



ОСКУЛТАЦИЈА НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ САСА – М. КАМЕНИЦА

Благој Голомеов¹, Борис Крстев¹, Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска²

Резиме

Јаловиштето на рудникот „Саса“ во М. Каменица служи за одлагање на флотациската јаловина (пулпа) добиена со технолошкиот процес - флотација на минералите на олово и цинк. Флотациската јаловина преку пулповод гравитационо се доведува до јаловиштето, каде што пред депонирањето се класира на два производа. Со хидроциклонирање на флотациската јаловина, пред депонирањето се добива: песок од хидроциклонот, со кој, со природно одлагање, се изведува низводната брана на јаловиштето, и прелив од хидроциклонот, со кој се пополнува таложното езеро на јаловиштето. Низводната брана од песок на јаловиштето е предвидено да се насипува во влажна состојба, во слоеви од 2.5 м, со широчина во круната од 5.0 м, и со наклони на косините - возводна $m_1 = 1.5$ и низводна $m_2 = 2.75$, со надвишување од 2.0 м над таложното езеро.

Со техничката документација во текот на експлоатацијата на новото јаловиште се предвидени 3 (три) вида на набљудувања, и тоа: *визуелни набљудувања, геодетски снимања и контролна оскултација (мерења)*.

Клучни зборови: јаловиште, оскултација, брана, хидроциклон, мерења, флотација

MONITORING OF SASA – MINE TAILING DISPOSAL

Blagoj Golomeov¹, Boris Krstev¹, Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska²

Summary

Tailing disposal of "Sasa" mine serves to delay flotation tailings, obtained by the technological process - lead and zinc flotation of minerals. Flotation tailings are transported and disposed of as a slurry of high water content through tailing line. It's classified in two products by hydrocyclones before depositing. Hydrocyclone action produce two products, underflow (sand), which serves to build downstream dam and overflow that discharged into tailing pond. Downstream dam is provided to be constructed by filling of sand in wet condition, in layers of 2.5 m, a width of 5.0 m and crown inclinations slopes - upstream $m_1 = 1.5$ and downstream $m_2 = 2.75$, with a freeboard of 2.0 m over the pond.

Technical documentation in the exploitation of new tailing provided three (3) types of observations, such as: visual observations, geodetic shooting and control monitoring (measurements).

Key words: disposal, observation, tailing dam, hydrocyclone, measurement, flotation

¹ Редовен професор, Факултет за природни и технички науки, УГД – Штип, Крсте Мисирков бр. 10А, golomeov@gmail.com

² Магистер, Факултет за природни и технички науки

1. ОСНОВНИ ОБЈЕКТИ ВО СКЛОП НА ЈАЛОВИШТЕТО

Во склоп на хидројаловиштето на рудник Саса се наоѓаат следниве, повеќе или помалку функционално поврзани објекти:

Опточен тунел – служи за одведување на водите од Саска Река, со заобиколување на јаловиштето. Сумарната должина на опточниот тунел изнесува $L = 2108.00$ м., со вкупна денивелација од $dX = 120.40$ така што осреднетиот надолжен пад на тунелот изнесува $J_{cp} = 6.00$ ‰. Светлиот отвор на напречниот пресек на тунелот е со потковичест облик, со височина 3.5 м, ширина во дното од 3.07 м, и максимална ширина (за висина 1.25 м) од 3.54 м.

Пулповод за флотациска јаловина - Хидротранспортот на флотациската јаловина од погонот флотација, кота 1.031,24 mnnv, до влезот на собирникот на кота 1020,13 mnnv, според постоечката ситуација на теренот, се врши (со пумпање полна цевка) со центрифугална муљна пумпа, низ PVC пулповод со пречник на пулповодот – надворешен $D_n = 280$ mm (односно внатрешен дијаметар од 253.2 mm), а од собирникот на кота 1.020,13 mnnv до последниот собирник на кота 998,4 mnnv хидротранспортот на флотациската јаловина се врши (со полна цевка) гравитациски по слободен пад со пречник на пулповодот – надворешен $D_n = 315$ mm (односно внатрешен дијаметар $D_v = 285$ mm). Со вкупна должина од 1984,60 m, со константен пад од 1,3‰. Во негов склоп е изработен и разводниот пулповод со прекидните комори (шахти) и 4 (четири) броја хидроциклони кои преку процесот на циклонирање издвојуваат два производа: песок – со кој се гради браната и мил – кој се складира во таложното езеро.

Брана и таложно езеро - служи за одлагање на флотациската јаловина. Проектирана е до кота 975 м.н.в. додека таложното езеро е проектирано до кота 972 м.н.в. со проектиран наклон на низводната косина на браната од $m = 1 : 2.75$ и проектиран наклон на возводната косина од $m = 1 : 1.5$

Дренажен систем - има повеќекратна улога: спуштање на линијата на водозаситеност и подобрување на стабилноста на јаловиштето, контролирано одведување на филтратот и можност за евентуален негов третман пред да се испушти во природниот реципиент (за заштита на квалитетот на околните водни ресурси). Во дренажниот систем спаѓаат: дренажниот колектор со кој се одведувала инфилтрираната вода од старите јаловишта до контролната шахта и дренажниот колектор со кој се одведува дренираната вода од таложното езеро низводно од новото јаловиште

Колектор за одведување на преливните води – служи да ги одведува преливните води од таложното езеро во опточниот тунел. Првобитно проектираниот и изведен преливен колектор служеше за одведување и на водите од Петрова река во опточниот тунел. По хаваријата што се случи со овој преливен колектор во средината на 2008 год., кога дојде до негово напукнување на повеќе места, беше пристапено кон изградба на нов колектор за одведување на преливните води, кој беше пуштен во работа на почетокот од 2009 год. Новиот преливен колектор истовремено, директно, не ги одведува водите од Петрова река до опточниот тунел, тие сега директно се слеваат во таложното езеро а вишокот се одведува преку новиот преливен колектор.

2. СИСТЕМ НА ОСКУЛТАЦИЈА

Оскултацијата на јаловиште на рудникот “Саса” – Македонска Каменица е опишан односно дефиниран со Проектот за оскултација од јануари 2008 год. И со Анексот на

Проектот за оскултација од март 2012 год. Во согласност со овој проект и неговиот анекс се врши и оскултацијата на јаловиштето бр. 3 фаза I кое веќе не е во активна експлоатација.

Со техничката документација во текот на експлоатацијата на новото јаловиште се предвидени 3 (три) вида на набљудувања, и тоа:

- *визуелни набљудувања*
- *геодетски снимања и*
- *контролна оскултација (мерења).*

2.1 ВИЗУЕЛНИ НАБЉУДУВАЊА

Визуелните набљудувања - се вршат дневно, повремено, - 4 (четири) пати месечно и вонредно, по потреба (по обилни поројни дождови и сл.).

Дневните набљудувања ги врши одговорниот инженер задолжен за работата на јаловиштето; повремените, кои се вршат еднаш неделно вклучуваат поширок стручен тим составен од главниот инженер на рудникот, раководителот на погонот флотација и оскултант – надворешен стручен соработник. Евентуалните вонредни набљудувања би се вршеле по потреба (по силни дождови, горски удари, земјотреси и сл.) и тоа во поширок стручен состав, вклучувајќи го и проектантот и други стручни лица од организацијата на која и е доверено да ја врши оскултацијата.

Погонот флотација е задолжен за визуелните набљудувања да води дневник во кој се внесуваат поважните визуелни констатации, и тоа:

- пукнатини на круната на браната
- состојбата на низводната косина на браната
- чистота на водата од преливниот колектор и дренажната цевка, како и околните извори
- визуелната состојба на пиезометрите

2.2 ГЕОДЕТСКИ СНИМАЊА (МЕРЕЊА)

Со геодетските методи на набљудување се добиваат апсолутните просторни поместувања на одредени точки од браната и објектите со неа. При тоа земајќи ја предвид разликата во применетите методи, инструментите и приборот, одвоено се обработуваат хоризонталните и вертикалните померувања.

Геодетската оскултација подразбира дефинирање на точките во околината на браната, крајбрежениот терен и останатите објекти за набљудување и начинот на нивна стабилизација. Инаку бројот и распоредот на точките за одредување на апсолутните хоризонтални и вертикални поместувања на браната е различен за секоја брана и зависи пред се од типот, висината и должината на браната и геолошките карактеристики на теренот.

Бидејќи изградбата на постојната брана е со променлива геометрија, од геодетските снимања на профилите се добиваат главните податоци за промената на низводната косина и делумно на узводната косина на браната (каде што дозволуваат техничките услови).

Во текот на месец март 2011 год. беа воспоставени нови, вкупно 17, мерни точки за геодетски снимања во функција на набљудување на апсолутните просторни поместувања. Истовремено беа извршени првите т.н. реперни мерења на 04.04.2011 год.

Со воспоставувањето на новите 17 мерни точки и тоа просторно разместени во делот на Велкова маала, Јаловиште бр. 3 фаза I и Јаловиште бр. 3 фаза II, значително се подобри ефикасноста во геодетските набљудувања на евентуалните апсолутни просторни поместувања. Треба да се одбележи дека во текот на октомври 2012 год. беа уништени две реперни точки (бр.14 и бр.15) кои веќе не се во употреба.

2.3 КОНТРОЛНИ МЕРЕЊА

Контролните мерењата се состојат од мерење на:

- нивото на водата во пиезометрите, кои се вршат: 1 (еден) пат неделно;
- количина на водата од преливниот колектор и дренажата кои се вршат: 1 (еден) пат неделно;
- квалитет на водата (хемиски анализи), која се испушта во водотекот на Саска Река јаловиштето и рудникот: три пати месечно;
- Анализа и пратење на сите евентуални појави на подземни или надземни води во околината на јаловиштето;
- Анализа на циклонираниот песок од кој се гради браната, 1 (еден) пат дневно;
- Конвергентни мерења на опточниот тунел со специјални мерни инструменти (*екстензиометри*), за пратење на неговата стабилност, и тоа, на профилите каде што има најслаба геолошка средина и на профилите каде нема финална бетонска облога;

За сите набљудувања (визуелни или контролни мерења) се води дневна, месечна и годишна евиденција и се формира соодветна документација која се состои од записници, табели, дијаграми и месечни извештаи а за секоја календарска година врз основа на сите набљудувања и мерења се прави годишен елаборат со кој е потребно да се даде оценка за стабилноста на браната и евентуалните мерки за нејзино подобрување.

3. РЕЗУЛТАТИ ОД ОСКУЛТАЦИЈАТА ЗА 2012 ГОДИНА

3.1 ВИЗУЕЛНИ НАБЉУДУВАЊА

Во текот на 2012 год на хидројаловиштето, и објектите во склоп на него, не беа констатирани непредвидени ситуации и случувања, Визуелно стабилноста на браната беше добра, односно не беа забележани појави на евентуални пукнатини и свлекувања на косината од браната и околниот терен.

3.2 ГЕОДЕТСКИ СНИМАЊА (МЕРЕЊА)

Со воспоставувањето на новите 17 мерни точки и тоа просторно разместени во делот на Велкова маала, Јаловиште бр. 3 фаза I и јаловиште бр. 3 фаза II, значително се подобри ефикасноста во геодетските набљудувања на евентуалните апсолутни просторни поместувања.

За 2012 год, нема констатирано значајни апсолутните просторни поместувања на одредените точки од браната и објектите со неа. Имено во текот на целата година еден

пат месечно се вршени геодетски мерења, кои се споредувани со т.н. реперни мерења (тоа се првите мерења извршени по поставувањето на мерните точки). Сите добиени резултати беа во границите на толеранцијата односно, разлики во однос на реперните вредности, не беа резултат на придвижувањето на теренот, туку произлегуваа од точноста на самиот инструмент (± 1 до 2 cm) и применетата метода на мерењето.

Во текот на 2012 год, редовно се вршени мерења и на нивото на водата во таложното езеро и на наклонот на низводната косина на браната.

Во текот на целата мината година постојано беше одржувана повеќе од доволна ширина на плажата, која ја одделува круната на браната од водното огледало, минимум од 150 - 200 метри (Слика 1), Истовремено висинската разлика помеѓу нивото на водата и круната на браната, постојано изнесуваше 6 - 7 метри. Ова параметри, кои беа во согласност со проектната документација, овозможуваа доволен простор и време за реакција во случај на било какви непредвидени ситуации, пред се од хидролошка природа. Што се однесува до големината на водното огледало, истото, во текот на целата 2012 година, се движеше во рамките на проектираните вредности (пречник поголем од 134 метри), кои овозможуваат оптимални услови за исталожување на најситните честички.

Што се однесува до низводната косина на јаловиштето, која има проектиран наклон $m = 2.75$, редовните геодетски снимања во текот на 2012 година, покажуваа дека, овој наклон, постојано беше во рамките на проектираните вредности.



Слика 1. Ширина на плажата на таложното езеро

3.3 КОНТРОЛНИ МЕРЕЊА

3.3.1 Оскултација на дренажниот систем

Во текот на 2012 година редовно е следен квалитетот на водата од главната дренажа означена како Д-1+2 ЈЗ-2, (дренажа на активното хидројаловиште) и дренажа Д-2 ЈЗ-1 (тоа е јаловиште кое веќе не е во активна експлоатација но во чиј дренажен систем се внесени и доминираат, природните води кои циркулираат под ова јаловиште). Со графичко претставување на рН вредностите на водите од двете дренажи (Д1+2 ЈЗ-2 и Д2 ЈЗ-1 График 1), јасно се гледа дека во текот на 2012 год. нивото на рН вредност на водата од двете дренажи се движеше во рамките на дозволените вредности. Имено, во текот на 2012 год. само за месец мај имаме нешто повисока рН вредност на водата од дренажа Д1+2 ЈЗ-2 во однос на дозволеното според МДК. Што се однесува до водите од дренажа Д2 ЈЗ-1, нејзината рН вредност во текот на целата 2012 година се движеше во границите од 7 – 8 што јасно го потврдува фактот дека во овие дренажни води доминираат зафатените природни води од просторот под круната на јаловиштето 3 фаза 1, кое не е во активна употреба.

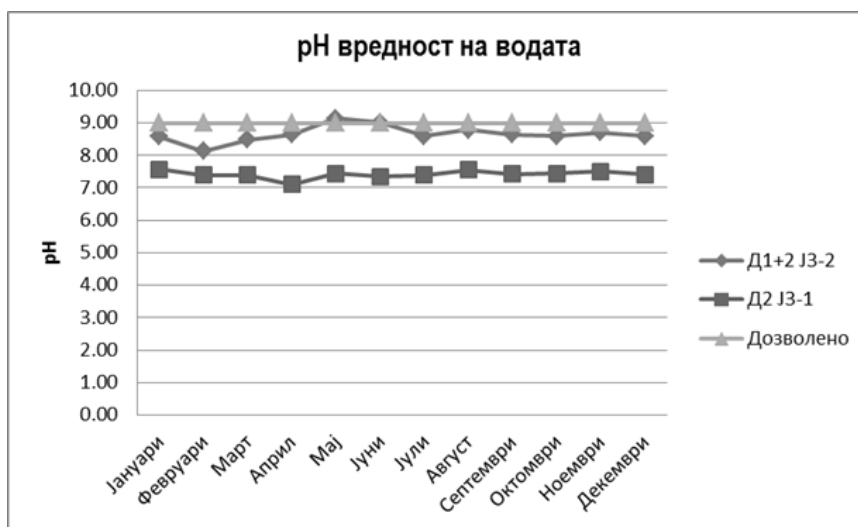


График 1

Од графичките прикази прикажани на График 2, 3, 4, 5, 6 и 7 кои се однесуваат на присуството на тешки метали во водата од дренажаите Д1+2 ЈЗ-2 и Д-2 ЈЗ-1 може да се констатира следното:

- Водата од главната дренажа (Д1+2) во март, мај и август има нешто зголемено присуство на Pb, во јуни имаме зголемено присуство на Zn, додека во јули имаме зголемено присуство на Cd во однос на дозволеното за води од III и IV категорија според МДК.

- Водите од дренажа (Д-2 ЈЗ-1) во февруари, март, април, август и септември покажуваа зголемено присуство на Pb, додека во текот на целата мината година, освен во јули, септември и ноември континуирано покажуваше зголемено присуство на Zn. Во

јануари, кај овие води имаме зголемено присуство на Cd, додека во текот на целата година имаме изразено зголемено присуство на Mn во однос на дозволеното за води од III и IV категорија, според МДК. Имајќи го предвид фактот дека во овие води (како што е претходно кажано) доминираат зафатените природни води, на што јасно упатува нејзината pH вредност и, уште повеќе, изразеното присуство на манган, што е карактеристика за природните води од овој регион, повторно се наметнува дилемата во однос на тоа колкаво е учеството на техничко-технолошкиот процес во загадувањето на околните водени ресурси а колку е тоа резултат на природните карактеристики на регионот. Затоа постои потребата, да се направи поиздржана анализа со комплетен биланс на водите, за тоа, дали постои и колкаво е влијанието на технолошкиот процес на рудникот САСА, во евентуалната контаминација на водните ресурси во регионот.

- Другите тешки метали Fe и Cu, и кај двете дренажи се испод дозволените вредности за води од III и IV категорија, според МДК.

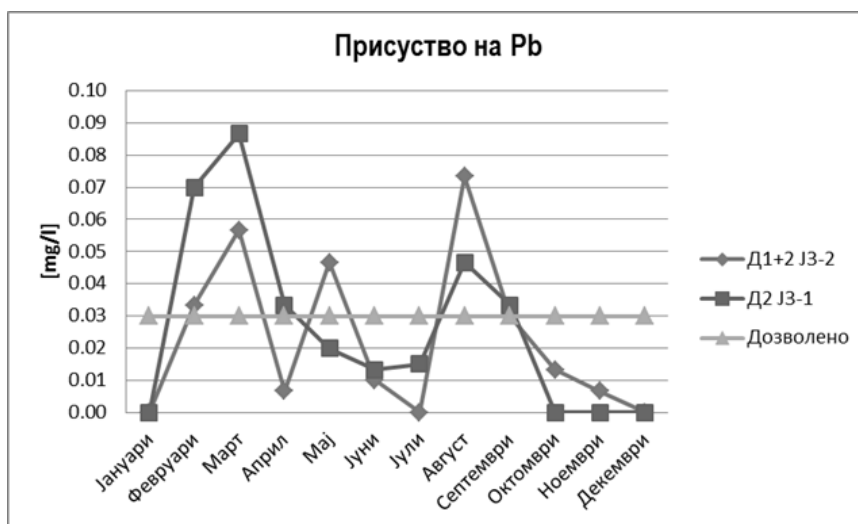


График 2

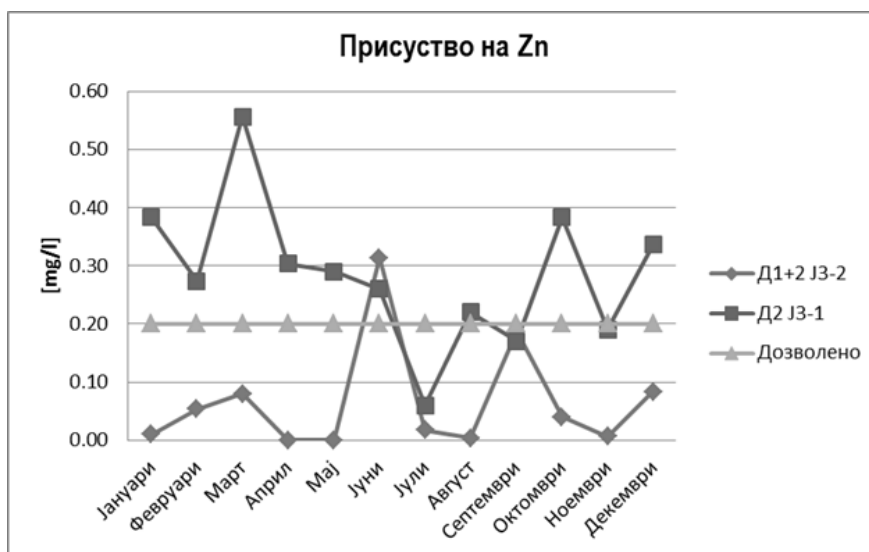


График 3

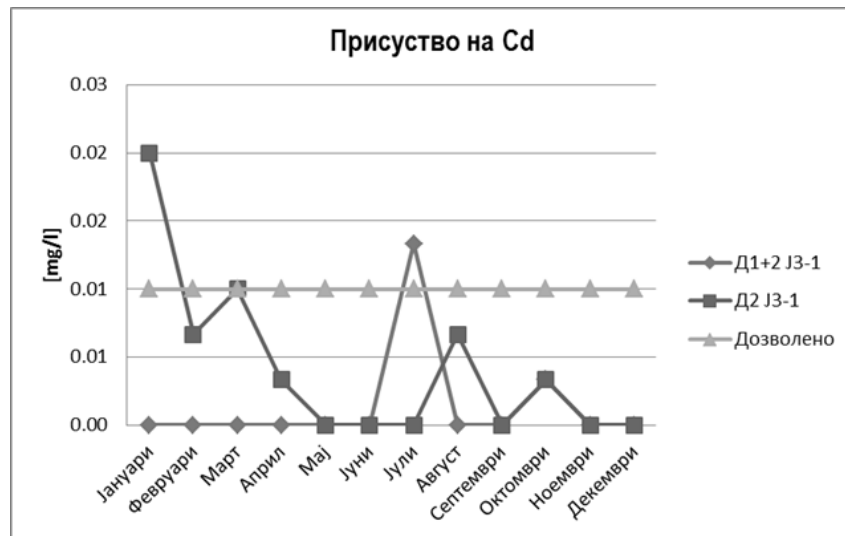


График 4

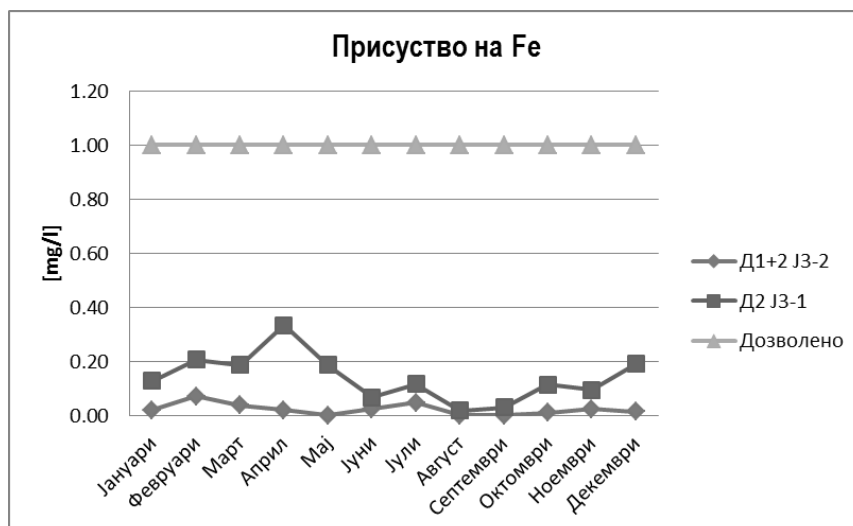


График 5

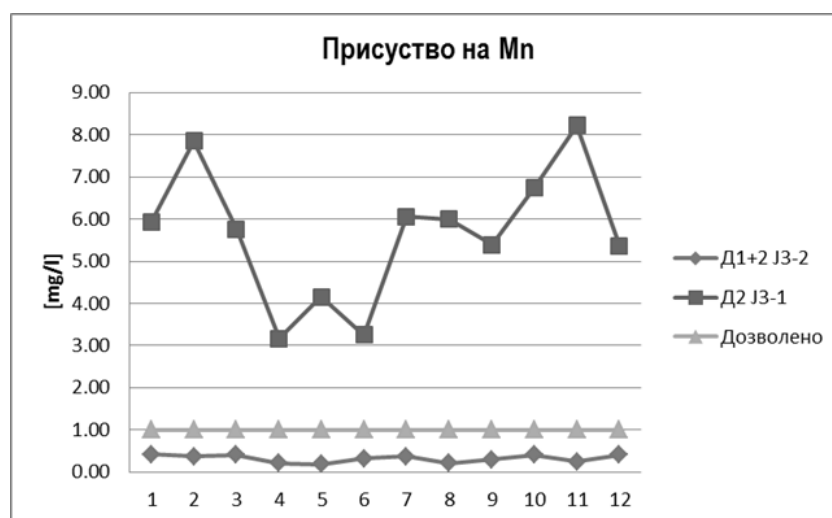


График 6

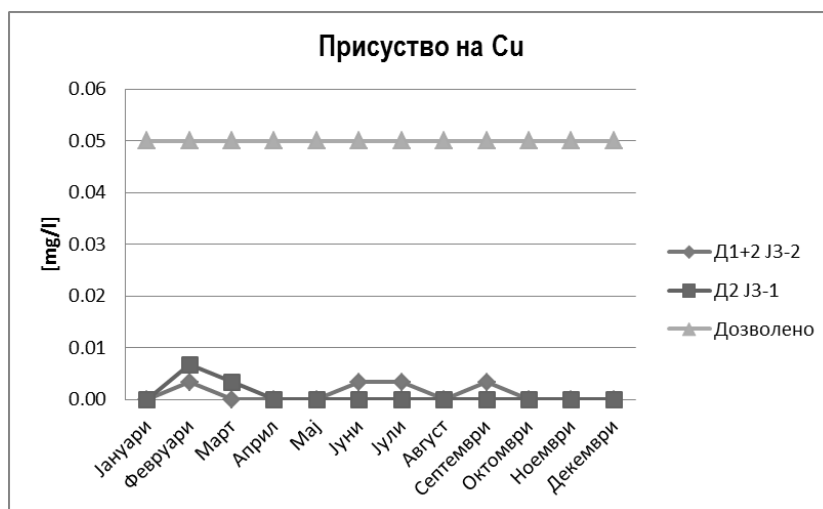


График 7

3.3.2 Мерења на нивото на водата во пиезометрите

Во согласност со Проектната документација пиезометарскиот систем, преку кој редовно се прати нивото на провирните линии низ телото на браната, брои 22 пиезометри.

Во текот на 2012 година не е констатирано никакво присуство на вода во пиезометарскиот систем. Имајќи го ова предвид, можеме да констатираме дека нема индикации за било какви аномални појави во телото на браната, пред се од аспект на евентуално создавање на водни џебови или подигање на нивото на провирните линии што би можело да ја загрози неговата стабилност.

3.3.3 Мерења на протокот на дренажни води

Во текот на 2012 година редовно е вршено мерење на протокот на дренажните води и визуелно е оскултирана нивната бистрина. Количината на водата од дренажа Д-1 ЈЗ-2, во текот на целата 2012 година се движеше во распон од 8 - 16 l/s. Најмала издашност беше регистрирана во текот на јануари 08 – 10 l/s а најголема во текот на април, јуни и декември 15 – 16 l/s. Издашноста на овие дренажни води најмногу зависи од нивото на водата во таложното езеро. Со подигањето на нивото на водата во таложното езеро и со нејзиното приближување кон круната на браната се зголемува и протокот на дренажните води и обратно. Секако дека одредено влијание има и периодот од годината имено дали се работи за сушен или дождлив период. Издашноста на дренажа Д2 ЈЗ-1 во текот на 2012 година варираше во границите од 10 – 21 l/s.. Во текот на 2012 година, визуелно, не беа забележани никакви заматувања на дренажните води, што упатува на констатација дека дренажниот систем е стабилен и добро функционира.

3.3.4 Анализа на работата на хидроциклоните

Гранулометрискиот состав на материјалот од кој се гради телото на браната (песокот од хидроциклонот), посебно содржината на класата - 74 μ m е од исклучително значење, бидејќи има директно влијание на битните геотехнички параметри, како што се: водопропустливоста, отпорноста на смакнување, збиеноста, влажноста, аголот на внатрешното триење, запреминската и насипната маса и т.н.

Со мерењето на содржината на класата 0.074 mm при одредување на гранулометрискиот состав на производот песок на хидроциклонот се врши контрола на работата на хидроциклоните. Поточно, со регулација на параметрите на хидроциклоните (притисок, отвор на вртложната, преливна и испусна дизна-цевка) производот песок на хидроциклонот се доведува на потребната содржина - крупност, која е потребна за проектираните параметри за геостатичката стабилност на браната.

Според проектната документација процентуалното учество на класата – 0.074 mm во песокот од хидроциклоните треба да изнесува околу 18.5 %. Имајќи во предвид дека процесот на циклонирање е прилично динамичен и дека зависи од повеќе фактори, кои често се менуваат, како што се: густината на влезната пулпа, процентуалното учество на класата – 0.074 mm во истата, притисокот во циклонските батерии и т.н. добро е ако процентуалното учество на класата – 0.074 mm се држи во границите до 20%. Врз основа на резултатите од неделните снимања на процесот на циклонирање, во Табела 3 и График 8 се дадени усреднетите месечни вредности на процентуалното учество на класата – 0.074 mm во песокот од пооделните циклони (I, и III).

Табела 3. Присуство на класата – 200 меша во песокот од хидроциклоните

Дата	Песок од циклон I	Песок од циклон III
	-200# [%]	-200# [%]
Јануари	18,84	18,78
Февруари	21,01	19,01
Март	18,99	17,94
Април	18,56	17,77
Мај	17,26	19,02
Јуни	16,66	17,28
Јули	16,77	17,13
Август	19,07	17,99
Септември	16,67	14,53
Октомври	17,62	19,88
Ноември	17,44	18,16
Декември	19,21	19,05

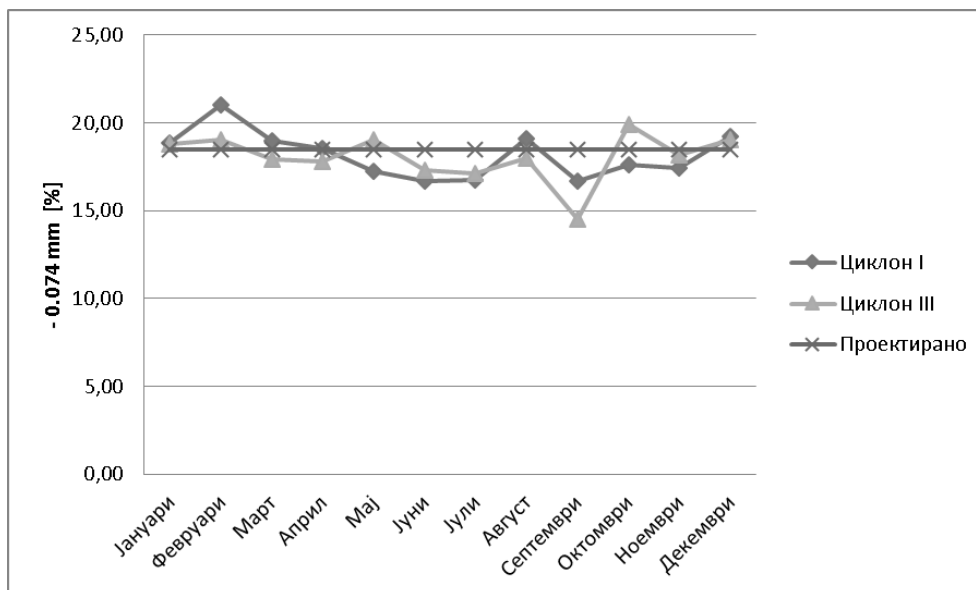


График 8

Од добиените резултати може да се констатира дека само во месец февруари имаме некое позначајно отстапување од проектираните вредности.

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на сето погоре изнесено, земајќи ги предвид и резултатите од мерењата, можеме да заклучиме дека јаловиштето „Саса“ е во стабилна состојба.

Генерализирајќи ја состојбата со јаловиштата во Р. Македонија, можеме слободно да кажеме дека имаме значителен исчекор во позитивна насока, кога станува збор за проектирањето, изведбата и менаџирањето со овие исклучително значајни објекти од аспект на влијанието што можат да го имаат врз животната средина. Веќе станува пракса, што е и нормално, да во фазата на експлоатацијата, сите евентуални измени и додавки во рамките на јаловиштата и објектите кои спаѓаат во склоп на истите, се вршат исклучиво со дополнување на проектната документација во соработка и со согласност на проектантите. Само на тој начин, со комплетна документација, може успешно да се менаџира еден ваков објект при чија експлоатација, многу инсталации остануваат недостапни (дренажни системи, колекторски системи, системи за одведување на природни води и др.) Ваквиот, поодговорен однос е резултат и на покомплетната и значително заострената законска регулатива (Закон за животна средина, Закон за минерални сировини). како и на значителното подигање на свеста кај граѓаните за поодговорен однос кон природата и животниот простор. Сето ова треба да биде во насока да се постигне една цел: Како да се избегнат или сведат на минимум можните негативни влијанија на хидројаловиштата врз човековата околина. За таа цел неопходно е континуирано воспоставување на повисоки стандарди при: изборот на локацијата за градба на флотациското јаловиште, испитувањата на третируваниот простор (геомеханички, хидролошки, сеизмички и др.), техниките на проектирање (со примена на нови геосинтетички материјали да се направи обид да се тубизира јаловиштето

одноосно комплетно да се изолира од околниот простор, поширока примена на послофтицирани мерни инструменти - инклинометри, келии за мерење на тотален притисок, пиезометри за мерење на порен притисок и т.н.) и секако во фазата на експлоатацијата на јаловиштето и фазата на неговото затворање и рекултивацијата на деградираниот простор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б. Крстев, Б. Голомеов: “Флотациски хидројаловишта”, Универзитет Гоце Делчев, Штип 2008
- [2] М. Николовски: „Подготовка на минерални сировини“, Универзитет Св. Кирил и Методиј – Скопје, 1995
- [3] Проект за Оскултација на новото хидројаловиште на рудник Саса – М. Каменица, Факултет за природни и технички науки – Штип, јануари 2008
- [4] Елаборат за оскултација на браната на флотациското јаловиште на рудник Саса – М. Каменица за 2012 год. Факултет за природни и технички науки – Штип, февруар 2013
- [5] Љубиша Костадинов: “Инженерство со современи материјали за заштита на животната средина од флотациските јаловишта”, магистерски труд, Факултет за природни и технички науки – Штип, 2012